

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/07239

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl.⁷ H03H9/145, H03H9/64

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.⁷ H03H9/145, H03H9/64

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1926-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2000
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2000	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2000

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP, 9-167936, A (Fujitsu Limited), 24 June, 1997 (24.06.97), Full text; Figs. 1 to 5, 7 to 12, 14 to 21 & DE, 19641662, A & CA, 1159100, A	1-11
Y	JP, 5-251982, A (Japan Radio Co., Ltd.), 28 September, 1993 (28.09.93), Par. Nos. [0008] to [0009], [0018]; Figs. 1 to 6 (Family: none)	1-11
Y	JP, 7-283682, A (Murata MFG. Co., Ltd.), 27 October, 1995 (27.10.95), Par. Nos. [0023] to [0024], [0026]; Par. Nos. [0029], [0031] to [0035]; Figs. 1 to 3, 5, 7 & GB, 2288503, A & DE, 19513937, A & US, 5731748, A	2-11
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 407256/1990 (Laid-open No. 103723/1992) (Kazuhiko YAMANOUCI), 07 September, 1992 (07.09.92),	1-11

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 16 January, 2001 (16.01.01)	Date of mailing of the international search report 23 January, 2001 (23.01.01)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/07239

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
	Full text; Figs. 1 to 2 (Family: none)	

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2001年5月25日 (25.05.2001)

PCT

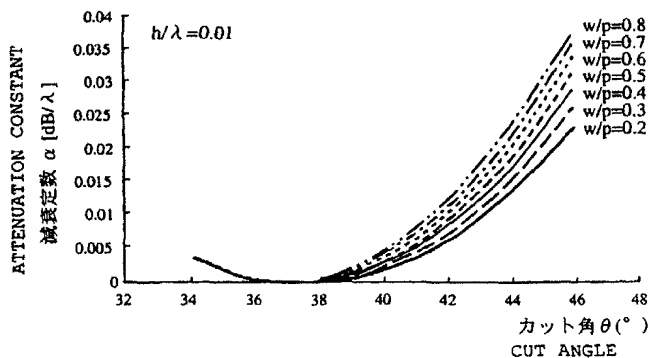
(10) 国際公開番号
WO 01/37426 A1

- (51) 国際特許分類: H03H 9/145, 9/64
- (21) 国際出願番号: PCT/JP00/07239
- (22) 国際出願日: 2000年10月18日 (18.10.2000)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願平 11/325799
1999年11月16日 (16.11.1999) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三菱電機株式会社 (MITSUBISHI DENKI KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒100-8310 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 吉田憲司 (YOSHIDA, Kenji) [JP/JP]. 和高修三 (WADAKA, Shusou) [JP/JP]. 三須幸一郎 (MISU, Koichiro) [JP/JP]. 永塚 勉 (NAGATSUKA, Tsutomu) [JP/JP]. 村井康治 (MURAI, Kouji) [JP/JP]. 井幡光詞 (IBATA, Kofu) [JP/JP]; 〒100-8310 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 山口正恒 (YAMAGUCHI, Masatsune) [JP/JP]; 〒285-0857 千葉県佐倉市宮ノ台3-10-4 Chiba (JP). 橋本研也 (HASHIMOTO, Kenya) [JP/JP]; 〒274-0806 千葉県船橋市二和西4-31-1 Chiba (JP). 大森達也 (OHMORI, Tatsuya) [JP/JP]; 〒260-0042 千葉県千葉市中央区椿森6-7-18 Chiba (JP).
- (74) 代理人: 田澤博昭, 外 (TAZAWA, Hiroaki et al.); 〒100-0013 東京都千代田区霞が関三丁目7番1号 大東ビル7階 Tokyo (JP).

[続葉有]

(54) Title: ELASTIC WAVE DEVICE

(54) 発明の名称: 弾性波装置



(57) Abstract: An elastic wave device wherein the surface of a substrate is turned about the X-axis of a crystal of lithium tantalate by an angle of 34-41° from the Y-axis of the crystal, the normalized electrode thickness (h/λ) determined by normalizing the thickness h of at least a part of the electrode fingers in an interdigital electrode with the wavelength λ of a surface acoustic wave is in the range of 0.01-0.05, and the duty ratio (w/p) of the electrode fingers determined by the width w and the arrangement pitch p of the electrode fingers is in the range of 0.6-1.0.

(57) 要約:

タンタル酸リチウムの結晶X軸のまわりに、結晶Y軸より34°から41°の範囲で回転させた面を基板の表面とし、すだれ状電極中の少なくとも一部の電極指の厚み h を弾性表面波の波長 λ で規格化した規格化電極厚 (h/λ) が0.01以上0.05以下であり、電極指の幅 w と配列周期 p により決定される電極指のデューティー比 (w/p) が0.6以上1.0未満である。



(81) 指定国 (国内): CN, JP, KR, US.

(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

明 細 書

弾性波装置

技術分野

この発明は、通信機器や電子機器などの回路で使用され、弾性波を伝搬する弾性波装置に関するものである。

背景技術

従来、タンタル酸リチウム(LiTaO_3 、以下、LTという)を圧電体基板として用いた弾性波装置では、LT基板のカット角 θ を 36° とされていた。これは、このような基板の表面に電極を形成して基板表面を電氣的に短絡した場合に、伝搬損失がほとんど0になると計算されたためであった。

しかしながら、その計算では、電極が厚みを持たないという理想的な状態を仮定していたため、電極に厚みがある実際の弾性波装置では、伝搬損失が最小となる条件が異なる恐れがあった。さらに、その計算では、基板の表面全体が電極で被われた場合を検討していたため、SAWフィルタのように電極指が周期的に配列された弾性波装置では、伝搬損失が最小となる条件が異なる恐れがあった。

そこで、特開平9-167936号公報(以下、文献1という)では、LT基板の表面に形成されたグレーティング電極の厚みを考慮して、伝搬損失が最小となる条件を検討している。第1図は、文献1の第7図に示されたラダー型弾性表面波フィルタにおける伝搬損失の計算結果を示す図である。図において、縦軸は弾性表面波(以下、SAW; Surface Acoustic Waveという)が1波長(λ)伝搬す

るときの損失、すなわち1波長当たりの損失 (dB/λ) である。横軸は電極の厚み h を SAW の波長 λ で規格化した規格化電極厚 (h/λ) である。

第1図は、LTの結晶X軸方向をSAWの伝搬方向とし、結晶X軸のまわりに結晶Y軸を θ 回転した“ θ 回転Y”軸に垂直な面を基板表面とし、カット角 θ が 36° から 46° の範囲である場合について示している。“ θ 回転Y”軸に垂直な面をLT基板の表面とし、結晶X軸方向をSAWの伝搬方向とするLT基板を θ 回転Y-カットX-伝搬タンタル酸リチウムと表し、省略して、 $\theta YX-LT$ や $\theta YX-LiTaO_3$ と表す。多くの場合、電極はアルミニウム (Al) あるいは、Alを主成分とした合金で形成される。

第1図を見ると、規格化電極厚 (h/λ) が0の場合、カット角 θ が 36° 付近で1波長当たりの損失 (dB/λ) が最小となる。この結果は、電極が厚みを持たないという理想的な状態の場合、カット角 θ が 36° のとき、伝搬損失がほとんどゼロとなるという従来の計算結果と一致する。

また、第1図を見ると、カット角 θ が 40° の場合、規格化電極厚 (h/λ) が0.05付近で1波長当たりの損失 (dB/λ) が最小となり、カット角 θ が 42° のとき、規格化電極厚 (h/λ) が0.075付近で1波長当たりの損失 (dB/λ) が最小となる。このため、規格化電極厚 (h/λ) が0.05より大きい領域で実現されたSAWデバイスでは、伝搬損失を最小とするカット角 θ は 40° より大きい範囲に存在する。

このように、第1図から、適切な規格化電極厚 (h/λ) とカット角 θ の組み合わせを選択することにより、伝搬損失を最小とすることができ、その結果、SAWデバイスの挿入損失を低減することができること

が明らかとなった。そして、近年、カット角 θ が 42° のLT基板が用いられるようになってきた。

なお、弾性波には、数通りの種類が存在し、カット角 θ が 36° から 46° の付近で、伝搬方向を結晶X軸とした場合には、例えば、文献：『電子通電学会論文誌』84/1、Vol. J67-C, No. 1, pp. 158-165（以下、文献2という）中に記載されているように、LT基板の表面に沿って伝搬するバルク波であるSSBW (Surface Skimming Bulk Wave) や、漏洩弾性表面波 (LSAW; Leaky Surface Acoustic Wave) が伝搬する。しかし、本願では、これらを特に区別する場合を除き、総称してSAWと記すことにする。

第2図は弾性波装置の1種であるSAWフィルタの構成を示す上面図である。図において、1は圧電体であるLT基板、3は電極指、4はボンディングパッド、5は電気-弾性表面波のエネルギー変換を行う入力側IDT (InterDigital Transducer; すだれ状電極)、6は弾性表面波-電気のエネルギー変換を行う出力側IDT (すだれ状電極)、7は入力端子、8は出力端子である。また、W0は電極指3が交差する部分の長さの最大値である。

第3図は第2図に示したSAWフィルタの断面図であり、図において、wは電極指3の幅、pは電極指3の配列周期、hは電極指3の厚みである。

次にSAWフィルタの動作について説明する。

入力端子7に印加された電気信号は、入力側IDT5の各電極指3の交差部に電界をつくる。このとき、LT基板1が圧電体であるため、上記電界によって歪が生じる。入力信号が周波数fの場合、生じる歪も周波数fで振動し、これがSAWとなって、電極指3に垂直な方向に伝搬

する。また、出力側 I D T 6 では、S A W が再び電気信号に変換される。電気信号から S A W に変換される場合と、S A W から電気信号に変換される場合は、互いに可逆な過程である。

カット角 θ が 36° 付近で S A W の伝搬方向が結晶 X 軸方向である場合には、上記文献 2 に示されているように、S A W の変位成分は上記電極指 3 に平行で、かつ、L T 基板 1 の表面に平行な方向成分を有する。この変位成分は、L T 基板 1 の切断面のカット角 θ と、S A W の伝搬方向に依存する。

入力側 I D T 5 により励振された S A W は、出力側 I D T 6 の方向に伝搬するが、L T 基板 1 に伝搬損失がある場合には、出力側 I D T 6 に到達した S A W の電力は、入力側 I D T 5 で励振された直後の S A W の電力よりも小さくなる。その損失の程度は、S A W の波長 λ で規格化した入力側 I D T 5 と出力側 I D T 6 の中心間距離に、減衰定数 α を乗じた値にほぼ等しい。

このため、入力側 I D T 5 と出力側 I D T 6 との距離が同じであれば、L T 基板 1 の伝搬損失が大きいほど、S A W フィルタとしての挿入損失が大きくなる。文献：弾性表面波工学、昭和 58 年 11 月、電子通信学会発行、コロナ社、p p . 56 - p p . 81 (以下、文献 3 という) に示されているように、S A W の波長 λ は電極指 3 の配列周期 p の 2 倍に相当するので、入力側 I D T 5 と出力側 I D T 6 を構成する電極指 3 の本数の平均値の半分の数値に、減衰定数 α を乗じた程度の損失が、伝搬に伴う損失として生じる。

例えば、第 2 図に示したように、入力側 I D T 5 と出力側 I D T 6 がそれぞれ 7 本の電極指 3 からなり、入力側 I D T 5 と出力側 I D T 6 とがすぐ接近して配置されているとすると、伝搬に伴う損失は、減衰定数 α の 3 ~ 4 倍程度の値となる。例えば、減衰定数 α が 0.02 (d B /

入)であるとする、伝搬に伴う損失は0.06~0.08dBもの値になる。

このように、低損失なSAWデバイスを実現するためには、伝搬損失の小さいLT基板1を用いることが重要であり、従来、この種の弾性波装置ではカット角 θ が36°より大きな範囲が使われていた。

上述したように、伝搬損失は、SAWフィルタの挿入損失に大きな影響を与えるが、SAWフィルタの挿入損失に影響を与えるのは伝搬損失だけではない。LT基板1の特性を表す材料定数として、伝搬損失以外に、電気信号とSAWとの変換効率に関わる電気機械結合係数 k^2 、入力側IDT5や出力側IDT6のインピーダンスに関わる静電容量 C_0 、SAWの伝搬速度 V_s 等がある。これらのうちで、特に、上記電気機械結合係数 k^2 は、SAWフィルタの挿入損失や通過帯域幅を決定する重要なものである。

なお、レーリー波やBGS波(Bleustein-Gulyaev-Shimizu Wave)のような原理的には伝搬損失を伴わない純粋な弾性表面波を用いた弾性波装置では、最適な設計条件が知られていたが、LSAWやSSBWを用いた弾性波装置では具体的な条件が知られていなかった。

以上のように、従来のこの種の弾性波装置では、伝搬損失が最小となる条件で用いられてきたが、弾性波装置の特性に大きな影響を与える電気機械結合係数 k^2 が最適な条件で用いられていないため、弾性波装置の挿入損失や帯域幅が劣化するという課題があった。

この発明は上記のような課題を解決するためになされたもので、従来のこの種の弾性波装置よりも低損失で広帯域な弾性波装置を得ることを目的とする。

発明の開示

この発明に係る弾性波装置は、タンタル酸リチウムを主成分とする圧電体の基板に、導体から成るすだれ状電極を形成したものにおいて、上記タンタル酸リチウムの結晶X軸のまわりに、結晶Y軸より 34° から 41° の範囲で回転させた面を上記基板の表面とし、上記すだれ状電極を構成する電極指の厚み h を弾性表面波の波長 λ で規格化した規格化電極厚 (h/λ) が、 0.01 以上 0.05 以下であり、上記電極指の幅 w と配列周期 p により決定される上記電極指のデューティー比 (w/p) が、 0.6 以上 1.0 未満であるものである。

このことによって、従来よりも低損失で広帯域な弾性波装置を実現できるという効果がある。

この発明に係る弾性波装置は、タンタル酸リチウムを主成分とする圧電体の基板に、導体から成るすだれ状電極を形成した弾性波装置において、上記タンタル酸リチウムの結晶X軸のまわりに、結晶Y軸より 35° から 42° の範囲で回転させた面を上記基板の表面とし、上記すだれ状電極を構成する電極指の厚み h を弾性表面波の波長 λ で規格化した規格化電極厚 (h/λ) が、 0.05 以上 0.075 以下であり、上記電極指の幅 w と配列周期 p により決定される上記電極指のデューティー比 (w/p) が、 0.6 以上 1.0 未満であるものである。

このことによって、従来よりも低損失で広帯域な弾性波装置を実現できるという効果がある。

この発明に係る弾性波装置は、タンタル酸リチウムを主成分とする圧電体の基板に、導体から成るすだれ状電極を形成した弾性波装置において、上記タンタル酸リチウムの結晶X軸のまわりに、結晶Y軸より 36° から 43° の範囲で回転させた面を上記基板の表面とし、上記すだれ状電極を構成する電極指の厚み h を弾性表面波の波長 λ で規格化した規

格化電極厚 (h/λ) が、0.075以上0.1以下であり、上記電極指の幅 w と配列周期 p により決定される上記電極指のデューティー比 (w/p) が、0.6以上1.0未満であるものである。

このことによって、従来よりも低損失で広帯域な弾性波装置を実現できるという効果がある。

この発明に係る弾性波装置は、タンタル酸リチウムを主成分とする圧電体の基板に、導体から成るすだれ状電極及び反射器を形成したものにおいて、上記タンタル酸リチウムの結晶X軸のまわりに、結晶Y軸より 34° から 41° の範囲で回転させた面を上記基板の表面とし、上記反射器の少なくとも一部を構成する電極指の厚み h を弾性表面波の波長 λ で規格化した規格化電極厚 (h/λ) が、0.01以上0.05以下であり、上記電極指の幅 w と配列周期 p により決定される上記電極指のデューティー比 (w/p) が、0.6以上1.0未満であるものである。

このことによって、従来よりも低損失で広帯域な弾性波装置を実現できるという効果がある。

この発明に係る弾性波装置は、タンタル酸リチウムを主成分とする圧電体の基板に、導体から成るすだれ状電極及び反射器を形成したものにおいて、上記タンタル酸リチウムの結晶X軸のまわりに、結晶Y軸より 35° から 42° の範囲で回転させた面を上記基板の表面とし、上記反射器の少なくとも一部を構成する電極指の厚み h を弾性表面波の波長 λ で規格化した規格化電極厚 (h/λ) が、0.05以上0.075以下であり、上記電極指の幅 w と配列周期 p により決定される上記電極指のデューティー比 (w/p) が、0.6以上1.0未満であるものである。

このことによって、従来よりも低損失で広帯域な弾性波装置を実現できるという効果がある。

この発明に係る弾性波装置は、タンタル酸リチウムを主成分とする圧電体の基板に、導体から成るすだれ状電極及び反射器を形成したものにおいて、上記タンタル酸リチウムの結晶X軸のまわりに、結晶Y軸より 36° から 43° の範囲で回転させた面を上記基板の表面とし、上記反射器の少なくとも一部を構成する電極指の厚み h を弾性表面波の波長 λ で規格化した規格化電極厚 (h/λ) が、 0.075 以上 0.1 以下であり、上記電極指の幅 w と配列周期 p により決定される上記電極指のデューティー比 (w/p) が、 0.6 以上 1.0 未満であるものである。

このことによって、従来よりも低損失で広帯域な弾性波装置を実現できるという効果がある。

この発明に係る弾性波装置は、タンタル酸リチウムを主成分とする圧電体の基板に、導体から成るすだれ状電極を形成したものにおいて、上記タンタル酸リチウムの結晶X軸のまわりに、結晶Y軸より 34° から 41° の範囲で回転させた面を上記基板の表面とし、上記すだれ状電極の一部を構成する電極指の厚み h を弾性表面波の波長 λ で規格化した規格化電極厚 (h/λ) が、 0.01 以上 0.05 以下であり、上記電極指の幅 w と配列周期 p により決定される上記電極指のデューティー比 (w/p) が、 0.6 以上 1.0 未満であるものである。

このことによって、従来よりも低損失で広帯域な弾性波装置を実現できるという効果がある。

この発明に係る弾性波装置は、タンタル酸リチウムを主成分とする圧電体の基板に、導体から成るすだれ状電極を形成した弾性波装置において、上記タンタル酸リチウムの結晶X軸のまわりに、結晶Y軸より 35° から 42° の範囲で回転させた面を上記基板の表面とし、上記すだれ状電極の一部を構成する電極指の厚み h を弾性表面波の波長 λ で規格化した規格化電極厚 (h/λ) が、 0.05 以上 0.075 以下であり、

上記電極指の幅 w と配列周期 p により決定される上記電極指のデューティー比 (w/p) が、 0.6 以上 1.0 未満であるものである。

このことによって、従来よりも低損失で広帯域な弾性波装置を実現できるという効果がある。

この発明に係る弾性波装置は、タンタル酸リチウムを主成分とする圧電体の基板に、導体から成るすだれ状電極を形成した弾性波装置において、上記タンタル酸リチウムの結晶 X 軸のまわりに、結晶 Y 軸より 36° から 43° の範囲で回転させた面を上記基板の表面とし、上記すだれ状電極の一部を構成する電極指の厚み h を弾性表面波の波長 λ で規格化した規格化電極厚 (h/λ) が、 0.075 以上 0.1 以下であり、上記電極指の幅 w と配列周期 p により決定される上記電極指のデューティー比 (w/p) が、 0.6 以上 1.0 未満であるものである。

このことによって、従来よりも低損失で広帯域な弾性波装置を実現できるという効果がある。

この発明に係る弾性波装置は、タンタル酸リチウムを主成分とする圧電体の基板に、導体から成るすだれ状電極及び反射器を形成したものにおいて、上記タンタル酸リチウムの結晶 X 軸のまわりに、結晶 Y 軸より 34° から 41° の範囲で回転させた面を上記基板の表面とし、上記反射器の一部を構成する電極指の一部分の厚み h を弾性表面波の波長 λ で規格化した規格化電極厚 (h/λ) が、 0.01 以上 0.05 以下であり、上記電極指の一部分の幅 w と配列周期 p により決定される上記電極指の一部分のデューティー比 (w/p) が、 0.6 以上 1.0 未満であるものである。

このことによって、従来よりも低損失で広帯域な弾性波装置を実現できるという効果がある。

この発明に係る弾性波装置は、タンタル酸リチウムを主成分とする圧

電体の基板に、導体から成るすだれ状電極及び反射器を形成したものにおいて、上記タンタル酸リチウムの結晶X軸のまわりに、結晶Y軸より 35° から 42° の範囲で回転させた面を上記基板の表面とし、上記反射器の一部を構成する電極指の一部分の厚み h を弾性表面波の波長 λ で規格化した規格化電極厚(h/λ)が、 0.05 以上 0.075 以下であり、上記電極指の一部分の幅 w と配列周期 p により決定される上記電極指の一部分のデューティー比(w/p)が、 0.6 以上 1.0 未満であるものである。

このことによって、従来よりも低損失で広帯域な弾性波装置を実現できるという効果がある。

この発明に係る弾性波装置は、タンタル酸リチウムを主成分とする圧電体の基板に、導体から成るすだれ状電極及び反射器を形成したものにおいて、上記タンタル酸リチウムの結晶X軸のまわりに、結晶Y軸より 36° から 43° の範囲で回転させた面を上記基板の表面とし、上記反射器の一部を構成する電極指の一部分の厚み h を弾性表面波の波長 λ で規格化した規格化電極厚(h/λ)が、 0.075 以上 0.1 以下であり、上記電極指の一部分の幅 w と配列周期 p により決定される上記電極指の一部分のデューティー比(w/p)が、 0.6 以上 1.0 未満であるものである。

このことによって、従来よりも低損失で広帯域な弾性波装置を実現できるという効果がある。

図面の簡単な説明

第1図は特開平9-167936号公報に示された減衰定数の計算結果を示す図である。

第2図はSAWフィルタの構成を示す上面図である。

第 3 図は第 2 図に示す S A W の断面図である。

第 4 図はこの発明の実施の形態 1 による規格化電極厚が 0 . 0 1 の場合の減衰定数の計算結果を示す図である。

第 5 図はこの発明の実施の形態 1 による規格化電極厚が 0 . 0 1 の場合の電気機械結合係数の計算結果を示す図である。

第 6 図はこの発明の実施の形態 1 による規格化電極厚が 0 . 0 5 の場合の減衰定数の計算結果を示す図である。

第 7 図はこの発明の実施の形態 1 による規格化電極厚が 0 . 0 5 の場合の電気機械結合係数の計算結果を示す図である。

第 8 図はこの発明の実施の形態 1 による規格化電極厚が 0 . 0 7 5 の場合の減衰定数の計算結果を示す図である。

第 9 図はこの発明の実施の形態 1 による規格化電極厚が 0 . 0 7 5 の場合の電気機械結合係数の計算結果を示す図である。

第 1 0 図はこの発明の実施の形態 1 による規格化電極厚が 0 . 1 の場合の L T 基板の減衰定数の計算結果を示す図である。

第 1 1 図はこの発明の実施の形態 1 による規格化電極厚が 0 . 1 の場合の L T 基板の電気機械結合係数の計算結果を示す図である。

第 1 2 図はモード結合形の S A W 共振器フィルタのパターンを示す図である。

第 1 3 図は第 1 2 図に示すモード結合形の S A W 共振器フィルタの挿入損失最小値の計算結果を示す図である。

第 1 4 図は第 1 2 図に示すモード結合形の S A W 共振器フィルタの通過電力の計算結果を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、この発明をより詳細に説明するために、この発明を実施するた

めの最良の形態について、添付の図面に従って説明する。

実施の形態 1.

第 4 図は規格化電極厚 (h/λ) が 0.01 の場合の減衰定数 α の計算結果を示す図である。図において、縦軸は減衰定数 α (dB/ λ) である。横軸は LT 基板のカット角 θ であり、第 1 図に示した場合と同様に LT 基板の結晶 X 軸方向を SAW の伝搬方向とし、結晶 X 軸のまわりに結晶 Y 軸を θ 回転させた軸に垂直な面を、すなわち、結晶 X 軸のまわりに結晶 Y 軸を θ 回転させた面を LT 基板の表面としている。

ここでは、第 3 図に示すような幅 w の電極指が、配列周期 p で無限に配列された場合における SAW の伝搬特性を計算している。第 4 図では、電極指の幅 w と配列周期 p により決定される電極指のデューティ比 (w/p) を 0.2 から 0.8 まで 0.1 おきに変えて計算した結果を示している。

第 5 図は規格化電極厚 (h/λ) が 0.01 の場合の電気機械結合係数 k^2 の計算結果を示す図である。図において、縦軸は電気機械結合係数 k^2 であり、横軸は第 4 図と同じ LT 基板のカット角 θ である。また、第 5 図では、デューティ比 (w/p) を第 4 図と同じ値で計算した結果を示している。

第 4 図及び第 5 図に示した計算結果は、例えば、文献：弾性波素子技術の最近の研究－委員会報告書－、日本学術振興会弾性波素子技術第 150 委員会、平成 7 年 3 月、pp. 649－pp. 654 (以下、文献 4 という)、pp. 786－pp. 791 (以下、文献 5 という)、及び、文献：第 23 回 EM シンポジウム、平成 6 年 5 月、pp. 93－pp. 100 (以下、文献 6 という) に示されている離散化グリーン関数を用いた解析手法を用いており、文献 5 で述べられているプログラム (FEMSDA) の後方散乱の影響を除いた計算結果を用いている。

第6図及び第7図は、規格化電極厚 (h/λ) が0.05の場合の第4図及び第5図と同様の計算結果である。規格化電極厚 (h/λ) が0.05という値は、GHz帯のSAWデバイスでは比較的多く用いられる。

第6図を見ると、減衰定数 α が最小となるカット角 θ は第4図の場合よりも大きい。しかし、第7図を見ると、減衰定数 α が小さくなるようなカット角 θ を選択すると、電気機械結合係数 k^2 が小さくなる。すなわち、第6図を見ると、減衰定数 α は、カット角 θ が 38° 付近で最小になるが、電気機械結合係数 k^2 は、 38° よりも小さいカット角 θ の方が大きな値を示す。

第8図及び第9図は、規格化電極厚 (h/λ) が0.075の場合の第4図及び第5図や、第6図及び第7図と同様の計算結果である。第8図を見ると、減衰定数 α が最小となるカット角 θ は第6図の場合よりも大きく、減衰定数 α は 39° 付近で最小になるが、第9図を見ると、減衰定数 α が小さくなるようなカット角 θ を選択すると、電気機械結合係数 k^2 が小さくなり、電気機械結合係数 k^2 は 39° よりも小さいカット角 θ の方が大きな値を示す。

第10図及び第11図は、規格化電極厚 (h/λ) が0.1の場合の第4図及び第5図や、第6図及び第7図や、第8図及び第9図と同様の計算結果である。第10図を見ると、減衰定数 α が最小となるカット角 θ は第8図の場合よりも大きく、減衰定数 α は 40° 付近で最小になるが、第11図を見ると、減衰定数 α が小さくなるようなカット角 θ を選択すると、電気機械結合係数 k^2 が小さくなり、電気機械結合係数 k^2 は 40° よりも小さいカット角 θ の方が大きな値を示す。

第6図を見ると、例えば、デューティー比 (w/p) が0.5の場合、カット角 θ が 38° 付近で減衰定数 α がほぼゼロとなる最小値を示す

。しかし、第1図に示した従来のこの種の弾性波装置に対する計算結果を見ると、規格化電極厚 (h/λ) が0.05の場合、カット角 θ が 40° 付近で減衰定数 α がゼロとなる最小値を示す。これは、第1図が文献1に示されたラダー型弾性表面波フィルタの計算結果であり、電極指が周期的に無限に配列された構造の弾性波装置の計算結果と異なるためである。

第12図は、第4図から第11図に示した計算結果が、SAWフィルタに与える効果について確認するために用いる、モード結合形のSAW共振器フィルタのパターンを示す図である。図において、5は入力側IDTであり、電極指3の数は31本である。6は出力側IDTであり、2つの出力側IDT6が電氣的に並列に接続している。出力側IDT6の片側の電極指3の数は18本であり、もう片側の電極指3の数は20本である。9はグレーティング反射器であり、グレーティング反射器9の電極指(すなわち、ストリップ)10の本数は片側で120本である。入力側IDT5の電極指3の線幅、出力側IDT6の電極指3の線幅は、全て同じ w_i であり、配列周期も全て同じ p_i である。

第12図におけるグレーティング反射器9の各電極指10の配列周期 p_g は、入力側IDT5、出力側IDT6の場合と異なり、 $p_g = 1.0251 p_i$ である。グレーティング反射器9の各電極指10のデューティ比 (w_g/p_g) は、入力側IDT5、出力側IDT6の各電極指3のデューティ比 (w_i/p_i) と同じである。以下、これらのデューティ比 (w_i/p_i) および (w_g/p_g) を総称して、デューティ比 (w/p) と表す。

また、距離 D_1 は $2.5 p_i$ 、距離 D_2 は $0.25 p_i$ である。最大交差幅は $360 \mu m$ である。

第13図は、第12図に示したSAWフィルタの挿入損失最小値の計

算結果を示す図である。第13図では、入力側IDT5及び出力側IDT6の電極指3並びにグレーティング反射器9の電極指10の規格化電極厚(h/λ)が0.05である場合について、デューティ比(w/p)を0.5から0.7まで0.1おきに変えて計算した結果を示している。

計算には、例えば、文献：弾性波素子技術ハンドブック、日本学術振興会弾性波素子技術第150委員会、平成3年11月、pp. 185 - pp. 205 (以下、文献7という)中に示されているSmithの等価回路の2ndモデル(文献7のpp. 188の図3.76)を、入力側IDT5及び出力側IDT6に使用している。

また、グレーティング反射器9には、例えば、文献：弾性波素子技術ハンドブック、日本学術振興会弾性波素子技術第150委員会、平成3年11月、pp. 206 - pp. 227 (以下、文献8という)中に示されている分布定数形の等価回路(文献8のpp. 221の図3.134の右側)を使用している。

カット角 θ やデューティ比(w/p)を変えると、SAWの伝搬速度 V_s が変化するが、ここでは、入力側IDT5及び出力側IDT6の中心周波数 f_0 が965MHzになるように、配列周期 p_i を変えて計算している。また、ここでは、減衰定数 α 及び電気機械結合係数 k^2 だけではなく、SAWの伝搬速度 V_s 、静電容量 C_0 、反射係数 C_1 等の材料定数の変化も考慮して計算している。

第13図を見ると、挿入損失最小値は、カット角 θ が 38° 付近で最小となり、従来のこの種の弾性波装置で用いられてきたカット角 θ が 36° の場合や 42° の場合より小さい。第6図を見ると、カット角 θ が 38° のとき、減衰定数 α が最小になる。カット角 θ が 38° 付近で挿入損失最小値が最小になるのはこのためであり、減衰定数 α が挿入損失

に与える寄与が大きいことがわかる。

第14図は、第12図に示したSAWフィルタの通過電力の計算結果を示す図である。第14図では、入力側IDT5及び出力側IDT6の電極指3並びにグレーティング反射器9の電極指10の規格化電極厚(h/λ)が0.05、デューティ比(w/p)が0.7である場合について、カット角 θ を 36° 、 38° 、 42° として計算した結果を示している。

また、ここでは、カット角 θ が 36° のとき、音速 V_s は4083.4(m/s)、減衰定数 α は0.01749(dB/ λ)、静電容量 C_0 は電極指1本あたり304(pF/m)、電気機械結合係数 k^2 は11.7%とし、カット角 θ が 38° のとき、音速 V_s は4085.6(m/s)、減衰定数 α は 8×10^{-6} (dB/ λ)、静電容量 C_0 は電極指1本あたり304(pF/m)、電気機械結合係数 k^2 は11.4%とし、カット角 θ が 42° のとき、音速 V_s は4088.3(m/s)、減衰定数 α は0.00833(dB/ λ)、静電容量 C_0 は電極指1本あたり302(pF/m)、電気機械結合係数 k^2 は11.0%として計算している。

第14図を見ると、通過電力は、カット角 θ が 36° の場合、 38° の場合に比べてわずかに低い程度であるが、カット角 θ が 42° の場合、 38° の場合に比べて0.1dB以上低い。第6図を見ると、減衰定数 α は、カット角 θ が 36° や 42° の場合、 38° の場合に比べて大きく、第7図を見ると、電気機械係数 k^2 は、カット角 θ が 36° の場合、 38° の場合に比べて大きく、カット角 θ が 42° の場合、 38° の場合に比べて小さい。カット角 θ が 36° の場合、 38° の場合に比べて通過電力がわずかに低い程度であるのは、カット角 θ が 36° の場合、 38° の場合に比べて減衰定数 α が大きいけれども、電気機械結合

係数 k^2 も大きいためであり、カット角 θ が 42° の場合、 38° の場合に比べて通過電力が 0.1 dB 以上低いのは、カット角 θ が 42° の場合、 38° の場合に比べて減衰定数 α が大きく、さらに電気機械結合係数 k^2 が小さいためであり、電気機械結合係数 k^2 も挿入損失に与える寄与が大きいことがわかる。

第7図を見ると、デューティー比 (w/p) を大きくすれば、電気機械結合係数 k^2 が大きくなり、挿入損失を小さくし、かつ通過帯域幅を広くすることができることがわかる。減衰定数 α が大きくなり、伝搬に伴う損失が増えたとしても、その分、電気機械結合係数 k^2 が大きくなれば、結果的に挿入損失を低減することができる。

第4図を見ると、減衰定数 α はカット角 θ が 37° 付近で最小値を示し、カット角 θ を 34° から 40° の範囲にすることにより、減衰定数 α を $0.005 \text{ (dB}/\lambda)$ に抑えることができる。また、第6図を見ると、減衰定数 α はカット角 θ が 38° 付近で最小値を示し、カット角 θ を 35° から 41° の範囲にすることにより、減衰定数 α を $0.005 \text{ (dB}/\lambda)$ に抑えることができる。

第5図及び第7図を見ると、カット角 θ が 34° から 41° の範囲では、デューティー比 (w/p) が 0.6 以上の場合に、カット角 θ が 36° または 42° であり、デューティー比 (w/p) が 0.5 である従来の場合よりも大きな電気機械結合係数 k^2 を示す。規格化膜厚 (h/λ) が大きい第7図の場合には、第5図の場合に比べて、同じカット角 θ で同じデューティー比 (w/p) の場合の電気機械結合係数 k^2 は大きい。なお、これまで、デューティー比を考慮した電気機械結合係数 k^2 の計算結果は報告されていないため、ここでは、一般的なデューティー比である 0.5 を、従来のデューティー比として検討した。以下、同様である。

以上のように、この実施の形態 1 によれば、LT 基板のカット角 θ が 34° から 41° の範囲で、入力側 IDT 5 及び出力側 IDT 6 の電極指 3 並びにグレーティング反射器 9 の電極指 10 の電極厚が SAW の波長の 0.01 から 0.05 の範囲の厚さを有し、入力側 IDT 5 及び出力側 IDT 6 の電極指 3 並びにグレーティング反射器 9 の電極指 10 のデューティー比 (w/p) が 0.6 以上 1.0 未満の場合には、従来のこの種の弾性波装置よりも低損失で広帯域な弾性波装置を実現できる効果が得られる。

ただし、上記効果は、入力側 IDT 5、出力側 IDT 6 及びグレーティング反射器 9 のすべてが上記条件を満たしている場合だけではなく、それらのうちの一つだけが上記条件を満たしている場合でも得られる。

例えば、入力側 IDT 5 だけが上記条件を満たしている場合、すなわち、LT 基板のカット角 θ が 34° から 41° の範囲で、入力側 IDT 5 の電極指 3 の電極厚が SAW の波長の 0.01 から 0.05 の範囲の厚さを有し、入力側 IDT 5 の電極指 3 のデューティー比 (w/p) が 0.6 以上 1.0 未満の場合でも、同様の効果が得られる。

同様に、出力側 IDT 6 だけが上記条件を満たしている場合、すなわち、LT 基板のカット角 θ が 34° から 41° の範囲で、出力側 IDT 6 の電極指 3 の電極厚が SAW の波長の 0.01 から 0.05 の範囲の厚さを有し、出力側 IDT 6 の電極指 3 のデューティー比 (w/p) が 0.6 以上 1.0 未満の場合でも、同様の効果が得られる。

同様に、グレーティング反射器 9 だけが上記条件を満たしている場合、すなわち、LT 基板のカット角 θ が 34° から 41° の範囲で、グレーティング反射器 9 の電極指 10 の電極厚が SAW の波長の 0.01 から 0.05 の範囲の厚さを有し、グレーティング反射器 9 の電極指 10 のデューティー比 (w/p) が 0.6 以上 1.0 未満の場合でも、同様

の効果が得られる。

また、上記効果は、入力側 I D T 5、出力側 I D T 6 又はグレーティング反射器 9 中のすべての電極指が上記条件を満たしている場合だけではなく、一部の電極指が上記条件を満たしている場合でも得られる。

例えば、入力側 I D T 5 中の一部の電極指 3 が上記条件を満たしている場合、すなわち、L T 基板のカット角 θ が 34° から 41° の範囲で、入力側 I D T 5 中の一部の電極指 3 の電極厚が S A W の波長の 0.01 から 0.05 の範囲の厚さを有し、その一部の電極指 3 のデューティ比 (w/p) が 0.6 以上 1.0 未満の場合でも、同様の効果が得られる。

同様に、出力側 I D T 6 中の一部の電極指 3 が上記条件を満たしている場合、すなわち、L T 基板のカット角 θ が 34° から 41° の範囲で、出力側 I D T 6 中の一部の電極指 3 の電極厚が S A W の波長の 0.01 から 0.05 の範囲の厚さを有し、その一部の電極指 3 のデューティ比 (w/p) が 0.6 以上 1.0 未満の場合でも、同様の効果が得られる。

同様に、グレーティング反射器 9 中の一部の電極指 10 が上記条件を満たしている場合、すなわち、L T 基板のカット角 θ が 34° から 41° の範囲で、グレーティング反射器 9 中の一部の電極指 10 の電極厚が S A W の波長の 0.01 から 0.05 の範囲の厚さを有し、その一部の電極指 10 のデューティ比 (w/p) が 0.6 以上 1.0 未満の場合でも、同様の効果が得られる。

また、上記効果は、入力側 I D T 5、出力側 I D T 6 又はグレーティング反射器 9 中の一部の電極指の全部分が上記条件を満たしている場合だけではなく、一部分が上記条件を満たしている場合でも得られる。

例えば、入力側 I D T 5 中の一部の電極指 3 の一部分が上記条件を満た

たしている場合、すなわち、LT基板のカット角 θ が 34° から 41° の範囲で、入力側IDT5中の一部の電極指3の一部分の電極厚がSAWの波長の0.01から0.05の範囲の厚さを有し、その一部の電極指3の一部分のデューティー比(w/p)が0.6以上1.0未満の場合でも、同様の効果が得られる。

同様に、出力側IDT6中の一部の電極指3の一部分が上記条件を満たしている場合、すなわち、LT基板のカット角 θ が 34° から 41° の範囲で、出力側IDT6中の一部の電極指3の一部分の電極厚がSAWの波長の0.01から0.05の範囲の厚さを有し、その一部の電極指3の一部分のデューティー比(w/p)が0.6以上1.0未満の場合でも、同様の効果が得られる。

同様に、グレーティング反射器9中の一部の電極指10の一部分が上記条件を満たしている場合、すなわち、LT基板のカット角 θ が 34° から 41° の範囲で、グレーティング反射器9中の一部の電極指10の一部分の電極厚がSAWの波長の0.01から0.05の範囲の厚さを有し、その一部の電極指10の一部分のデューティー比(w/p)が0.6以上1.0未満の場合でも、同様の効果が得られる。

実施の形態2.

第6図を見ると、減衰定数 α はカット角 θ が 38° 付近で最小値を示し、カット角 θ を 35° から 41° の範囲にすることにより、減衰定数 α を0.005(dB/ λ)に抑えることができる。第8図を見ると、減衰定数 α はカット角 θ が 39° 付近で最小値を示し、カット角 θ を 36° から 42° の範囲にすることにより、減衰定数 α を0.005(dB/ λ)に抑えることができる。

第7図及び第9図を見ると、カット角 θ が 35° から 42° の範囲で

は、デューティー比 (w/p) が 0.6 以上の場合に、カット角 θ が 36° 、デューティー比 (w/p) が 0.5 である従来の場合よりも大きな電気機械結合係数 k^2 を示す。規格化膜厚 (h/λ) が大きい第 9 図の場合には、第 7 図の場合に比べて、同じカット角 θ で同じデューティー比 (w/p) の場合の電気機械結合係数 k^2 は大きい。

以上のように、この実施の形態 2 によれば、LT 基板のカット角 θ が 35° から 42° の範囲で、入力側 IDT 5 及び出力側 IDT 6 の電極指 3 並びにグレーティング反射器 9 の電極指 10 の電極厚が SAW の波長の 0.05 から 0.075 の範囲の厚さを有し、入力側 IDT 5 及び出力側 IDT 6 の電極指 3 並びにグレーティング反射器 9 の電極指 10 のデューティー比 (w/p) が 0.6 以上 1.0 未満の場合には、従来のこの種の弾性波装置よりも低損失で広帯域な弾性波装置を実現できるという効果が得られる。

ただし、上記効果は、入力側 IDT 5、出力側 IDT 6 及びグレーティング反射器 9 のすべてが上記条件を満たしている場合だけではなく、それらのうちの一つだけが上記条件を満たしている場合でも得られる。

例えば、入力側 IDT 5 だけが上記条件を満たしている場合、すなわち、LT 基板のカット角 θ が 35° から 42° の範囲で、入力側 IDT 5 の電極指 3 の電極厚が SAW の波長の 0.05 から 0.075 の範囲の厚さを有し、入力側 IDT 5 の電極指 3 のデューティー比 (w/p) が 0.6 以上 1.0 未満の場合でも、同様の効果が得られる。

同様に、出力側 IDT 6 だけが上記条件を満たしている場合、すなわち、LT 基板のカット角 θ が 35° から 42° の範囲で、出力側 IDT 6 の電極指 3 の電極厚が SAW の波長の 0.05 から 0.075 の範囲の厚さを有し、出力側 IDT 6 の電極指 3 のデューティー比 (w/p) が 0.6 以上 1.0 未満の場合でも、同様の効果が得られる。

同様に、グレーティング反射器 9 だけが上記条件を満たしている場合、すなわち、LT 基板のカット角 θ が 35° から 42° の範囲で、グレーティング反射器 9 の電極指 10 の電極厚が SAW の波長の 0.05 から 0.075 の範囲の厚さを有し、グレーティング反射器 9 の電極指 10 のデューティー比 (w/p) が 0.6 以上 1.0 未満の場合でも、同様の効果が得られる。

また、上記効果は、入力側 IDT 5、出力側 IDT 6 又はグレーティング反射器 9 中のすべての電極指が上記条件を満たしている場合だけではなく、一部の電極指が上記条件を満たしている場合でも得られる。

例えば、入力側 IDT 5 中の一部の電極指 3 が上記条件を満たしている場合、すなわち、LT 基板のカット角 θ が 35° から 42° の範囲で、入力側 IDT 5 中の一部の電極指 3 の電極厚が SAW の波長の 0.05 から 0.075 の範囲の厚さを有し、その一部の電極指 3 のデューティー比 (w/p) が 0.6 以上 1.0 未満の場合でも、同様の効果が得られる。

同様に、出力側 IDT 6 中の一部の電極指 3 が上記条件を満たしている場合、すなわち、LT 基板のカット角 θ が 35° から 42° の範囲で、出力側 IDT 6 中の一部の電極指 3 の電極厚が SAW の波長の 0.05 から 0.075 の範囲の厚さを有し、その一部の電極指 3 のデューティー比 (w/p) が 0.6 以上 1.0 未満の場合でも、同様の効果が得られる。

同様に、グレーティング反射器 9 中の一部の電極指 10 が上記条件を満たしている場合、すなわち、LT 基板のカット角 θ が 35° から 42° の範囲で、グレーティング反射器 9 中の一部の電極指 10 の電極厚が SAW の波長の 0.05 から 0.075 の範囲の厚さを有し、その一部の電極指 10 のデューティー比 (w/p) が 0.6 以上 1.0 未満の場

合でも、同様の効果が得られる。

また、上記効果は、入力側 I D T 5、出力側 I D T 6 又はグレーティング反射器 9 中の一部の電極指の全部分が上記条件を満たしている場合だけではなく、一部分が上記条件を満たしている場合でも得られる。

例えば、入力側 I D T 5 中の一部の電極指 3 の一部分が上記条件を満たしている場合、すなわち、L T 基板のカット角 θ が 35° から 42° の範囲で、入力側 I D T 5 中の一部の電極指 3 の一部分の電極厚が S A W の波長の 0.05 から 0.075 の範囲の厚さを有し、その一部の電極指 3 の一部分のデューティー比 (w/p) が 0.6 以上 1.0 未満の場合でも、同様の効果が得られる。

同様に、出力側 I D T 6 中の一部の電極指 3 の一部分が上記条件を満たしている場合、すなわち、L T 基板のカット角 θ が 35° から 42° の範囲で、出力側 I D T 6 中の一部の電極指 3 の一部分の電極厚が S A W の波長の 0.05 から 0.075 の範囲の厚さを有し、その一部の電極指 3 の一部分のデューティー比 (w/p) が 0.6 以上 1.0 未満の場合でも、同様の効果が得られる。

同様に、グレーティング反射器 9 中の一部の電極指 10 の一部分が上記条件を満たしている場合、すなわち、L T 基板のカット角 θ が 35° から 42° の範囲で、グレーティング反射器 9 中の一部の電極指 10 の一部分の電極厚が S A W の波長の 0.05 から 0.075 の範囲の厚さを有し、その一部の電極指 10 の一部分のデューティー比 (w/p) が 0.6 以上 1.0 未満の場合でも、同様の効果が得られる。

実施の形態 3.

第 8 図を見ると、減衰定数 α はカット角 θ が 39° 付近で最小値を示し、カット角 θ を 36° から 42° の範囲にすることにより、減衰定数

α を0.005 (dB/ λ)に抑えることができる。第10図を見ると、減衰定数 α はカット角 θ が40°付近で最小値を示し、カット角 θ を37°から43°の範囲にすることにより、減衰定数 α を0.005 (dB/ λ)に抑えることができる。

第9図及び第11図を見ると、カット角 θ が36°から43°の範囲では、デューティー比(w/p)が0.6以上の場合に、カット角 θ が36°、デューティー比(w/p)が0.5である従来の場合よりも大きな電気機械結合係数 k^2 を示す。規格化膜厚(h/λ)が大きい第11図の場合には、第9図の場合に比べて、同じカット角 θ で同じデューティー比(w/p)の場合の電気機械結合係数 k^2 は大きい。

以上のように、この実施の形態3によれば、LT基板のカット角 θ が36°から43°の範囲で、入力側IDT5及び出力側IDT6の電極指3並びにグレーティング反射器9の電極指10の電極厚がSAWの波長の0.075から0.1の範囲の厚さを有し、入力側IDT5及び出力側IDT6の電極指3並びにグレーティング反射器9の電極指10のデューティー比(w/p)が0.6以上1.0未満の場合には、従来のこの種の弾性波装置よりも低損失で広帯域な弾性波装置を実現できるという効果が得られる。

ただし、上記効果は、入力側IDT5、出力側IDT6及びグレーティング反射器9のすべてが上記条件を満たしている場合だけではなく、それらのうちの一つだけが上記条件を満たしている場合でも得られる。

例えば、入力側IDT5だけが上記条件を満たしている場合、すなわち、LT基板のカット角 θ が36°から43°の範囲で、入力側IDT5の電極指3の電極厚がSAWの波長の0.075から0.1の範囲の厚さを有し、入力側IDT5の電極指3のデューティー比(w/p)が0.6以上1.0未満の場合でも、同様の効果が得られる。

同様に、出力側 I D T 6 だけが上記条件を満たしている場合、すなわち、L T 基板のカット角 θ が 36° から 43° の範囲で、出力側 I D T 6 の電極指 3 の電極厚が S A W の波長の 0.075 から 0.1 の範囲の厚さを有し、出力側 I D T 6 の電極指 3 のデューティー比 (w/p) が 0.6 以上 1.0 未満の場合でも、同様の効果が得られる。

同様に、グレーティング反射器 9 だけが上記条件を満たしている場合、すなわち、L T 基板のカット角 θ が 36° から 43° の範囲で、グレーティング反射器 9 の電極指 10 の電極厚が S A W の波長の 0.075 から 0.1 の範囲の厚さを有し、グレーティング反射器 9 の電極指 10 のデューティー比 (w/p) が 0.6 以上 1.0 未満の場合でも、同様の効果が得られる。

また、上記効果は、入力側 I D T 5、出力側 I D T 6 又はグレーティング反射器 9 中のすべての電極指が上記条件を満たしている場合だけではなく、一部の電極指が上記条件を満たしている場合でも得られる。

例えば、入力側 I D T 5 中の一部の電極指 3 が上記条件を満たしている場合、すなわち、L T 基板のカット角 θ が 36° から 43° の範囲で、入力側 I D T 5 中の一部の電極指 3 の電極厚が S A W の波長の 0.075 から 0.1 の範囲の厚さを有し、その一部の電極指 3 のデューティー比 (w/p) が 0.6 以上 1.0 未満の場合でも、同様の効果が得られる。

同様に、出力側 I D T 6 中の一部の電極指 3 が上記条件を満たしている場合、すなわち、L T 基板のカット角 θ が 36° から 43° の範囲で、出力側 I D T 6 中の一部の電極指 3 の電極厚が S A W の波長の 0.075 から 0.1 の範囲の厚さを有し、その一部の電極指 3 のデューティー比 (w/p) が 0.6 以上 1.0 未満の場合でも、同様の効果が得られる。

同様に、グレーティング反射器 9 中の一部の電極指 10 が上記条件を満たしている場合、すなわち、LT 基板のカット角 θ が 36° から 43° の範囲で、グレーティング反射器 9 中の一部の電極指 10 の電極厚が SAW の波長の 0.075 から 0.1 の範囲の厚さを有し、その一部の電極指 10 のデューティー比 (w/p) が 0.6 以上 1.0 未満の場合でも、同様の効果が得られる。

また、上記効果は、入力側 IDT 5、出力側 IDT 6 又はグレーティング反射器 9 中の一部の電極指の全部分が上記条件を満たしている場合だけではなく、一部分が上記条件を満たしている場合でも得られる。

例えば、入力側 IDT 5 中の一部の電極指 3 の一部分が上記条件を満たしている場合、すなわち、LT 基板のカット角 θ が 36° から 43° の範囲で、入力側 IDT 5 中の一部の電極指 3 の一部分の電極厚が SAW の波長の 0.075 から 0.1 の範囲の厚さを有し、その一部の電極指 3 の一部分のデューティー比 (w/p) が 0.6 以上 1.0 未満の場合でも、同様の効果が得られる。

同様に、出力側 IDT 6 中の一部の電極指 3 の一部分が上記条件を満たしている場合、すなわち、LT 基板のカット角 θ が 36° から 43° の範囲で、出力側 IDT 6 中の一部の電極指 3 の一部分の電極厚が SAW の波長の 0.075 から 0.1 の範囲の厚さを有し、その一部の電極指 3 の一部分のデューティー比 (w/p) が 0.6 以上 1.0 未満の場合でも、同様の効果が得られる。

同様に、グレーティング反射器 9 中の一部の電極指 10 の一部分が上記条件を満たしている場合、すなわち、LT 基板のカット角 θ が 36° から 43° の範囲で、グレーティング反射器 9 中の一部の電極指 10 の一部分の電極厚が SAW の波長の 0.075 から 0.1 の範囲の厚さを有し、その一部の電極指 10 の一部分のデューティー比 (w/p) が 0

、6以上1.0未満の場合でも、同様の効果が得られる。

なお、以上は、第12図に示したモード結合型のSAW共振器フィルタを例に説明したが、この発明はこれに限らず、IDTの数は3以外の任意の数でも効果は同じである。さらに、多電極構造のいわゆるトランスバーサル形フィルタや、第2図に示した簡単な構造のSAWフィルタに適用しても効果は同じである。

さらに、電極指3の配列周期が全て同じ場合について示したが、部分的あるいは全体的に上記配列周期が変化する場合でも効果は同じである。また、IDT内に浮き電極を有したり、あるいはIDT内の異なる部位に存在する浮き電極同士が電氣的に接続された形状の場合でも効果は同じである。

さらに、この発明は、SAWフィルタだけでなく、1端子対SAW共振器や、SAW遅延線、SAW分散型遅延線や、SAWコンボルバ等の電機信号とLSAW、SSBWとの変換機能を有するIDTを形成する他のSAWデバイス全てに対して効果がある。また、これらのSAWデバイスを用いた弾性波装置全てに対しても効果がある。

産業上の利用可能性

以上のように、この発明に係る弾性波装置は、従来よりも低損失で広帯域な特性を実現するのに適している。

請 求 の 範 囲

1. タンタル酸リチウムを主成分とする圧電体の基板と、その基板に形成された導体から成るすだれ状電極とを備えた弾性波装置において、

上記タンタル酸リチウムの結晶X軸のまわりに、結晶Y軸より 34° から 41° の範囲で回転させた面を上記基板の表面とし、

上記すだれ状電極を構成する電極指の厚み h を弾性表面波の波長 λ で規格化した規格化電極厚 (h/λ) が、 0.01 以上 0.05 以下であり、

上記電極指の幅 w と配列周期 p により決定される上記電極指のデューティー比 (w/p) が、 0.6 以上 1.0 未満であることを特徴とする弾性波装置。

2. タンタル酸リチウムを主成分とする圧電体の基板と、その基板に形成された導体からなるすだれ状電極とを備えた弾性波装置において、

上記タンタル酸リチウムの結晶X軸のまわりに、結晶Y軸より 35° から 42° の範囲で回転させた面を上記基板の表面とし、

上記すだれ状電極を構成する電極指の厚み h を弾性表面波の波長 λ で規格化した規格化電極厚 (h/λ) が、 0.05 以上 0.075 以下であり、

上記電極指の幅 w と配列周期 p により決定される上記電極指のデューティー比 (w/p) が、 0.6 以上 1.0 未満であることを特徴とする弾性波装置。

3. タンタル酸リチウムを主成分とする圧電体の基板と、その基板に形成された導体からなるすだれ状電極とを備えた弾性波装置において、

上記タンタル酸リチウムの結晶X軸のまわりに、結晶Y軸より 36° から 43° の範囲で回転させた面を上記基板の表面とし、

上記すだれ状電極を構成する電極指の厚み h を弾性表面波の波長 λ で規格化した規格化電極厚 (h/λ) が、 0.075 以上 0.1 以下であり、

上記電極指の幅 w と配列周期 p により決定される上記電極指のデューティー比 (w/p) が、 0.6 以上 1.0 未満であることを特徴とする弾性波装置。

4. タンタル酸リチウムを主成分とする圧電体の基板と、その基板に形成された導体から成るすだれ状電極と、上記基板に形成された導体から成る反射器とを備えた弾性波装置において、

上記タンタル酸リチウムの結晶X軸のまわりに、結晶Y軸より 34° から 41° の範囲で回転させた面を上記基板の表面とし、

上記反射器の少なくとも一部を構成する電極指の厚み h を弾性表面波の波長 λ で規格化した規格化電極厚 (h/λ) が、 0.01 以上 0.05 以下であり、

上記電極指の幅 w と配列周期 p により決定される上記電極指のデューティー比 (w/p) が、 0.6 以上 1.0 未満であることを特徴とする弾性波装置。

5. タンタル酸リチウムを主成分とする圧電体の基板と、その基板に形成された導体からなるすだれ状電極と、上記基板に形成された導体から成る反射器とを備えた弾性波装置において、

上記タンタル酸リチウムの結晶X軸のまわりに、結晶Y軸より 35° から 42° の範囲で回転させた面を上記基板の表面とし、

上記反射器の少なくとも一部を構成する電極指の厚み h を弾性表面波の波長 λ で規格化した規格化電極厚 (h/λ) が、 0.05 以上 0.075 以下であり、

上記電極指の幅 w と配列周期 p により決定される上記電極指のデューティー比 (w/p) が、 0.6 以上 1.0 未満であることを特徴とする弾性波装置。

6. タンタル酸リチウムを主成分とする圧電体の基板と、その基板に形成された導体からなるすだれ状電極と、上記基板に形成された導体から成る反射器とを備えた弾性波装置において、

上記タンタル酸リチウムの結晶 X 軸のまわりに、結晶 Y 軸より 36° から 43° の範囲で回転させた面を上記基板の表面とし、

上記反射器の少なくとも一部を構成する電極指の厚み h を弾性表面波の波長 λ で規格化した規格化電極厚 (h/λ) が、 0.075 以上 0.1 以下であり、

上記電極指の幅 w と配列周期 p により決定される上記電極指のデューティー比 (w/p) が、 0.6 以上 1.0 未満であることを特徴とする弾性波装置。

7. タンタル酸リチウムを主成分とする圧電体の基板と、その基板に形成された導体から成るすだれ状電極とを備えた弾性波装置において、

上記タンタル酸リチウムの結晶 X 軸のまわりに、結晶 Y 軸より 34° から 41° の範囲で回転させた面を上記基板の表面とし、

上記すだれ状電極の一部を構成する電極指の厚み h を弾性表面波の波長 λ で規格化した規格化電極厚 (h/λ) が、 0.01 以上 0.05 以下であり、

上記電極指の幅 w と配列周期 p により決定される上記電極指のデューティー比 (w/p) が、 0.6 以上 1.0 未満であることを特徴とする弾性波装置。

8. タンタル酸リチウムを主成分とする圧電体の基板と、その基板に形成された導体からなるすだれ状電極とを備えた弾性波装置において、

上記タンタル酸リチウムの結晶 X 軸のまわりに、結晶 Y 軸より 35° から 42° の範囲で回転させた面を上記基板の表面とし、

上記すだれ状電極の一部を構成する電極指の厚み h を弾性表面波の波長 λ で規格化した規格化電極厚 (h/λ) が、 0.05 以上 0.075 以下であり、

上記電極指の幅 w と配列周期 p により決定される上記電極指のデューティー比 (w/p) が、 0.6 以上 1.0 未満であることを特徴とする弾性波装置。

9. タンタル酸リチウムを主成分とする圧電体の基板と、その基板に形成された導体からなるすだれ状電極とを備えた弾性波装置において、

上記タンタル酸リチウムの結晶 X 軸のまわりに、結晶 Y 軸より 36° から 43° の範囲で回転させた面を上記基板の表面とし、

上記すだれ状電極の一部を構成する電極指の厚み h を弾性表面波の波長 λ で規格化した規格化電極厚 (h/λ) が、 0.075 以上 0.1 以下であり、

上記電極指の幅 w と配列周期 p により決定される上記電極指のデューティー比 (w/p) が、 0.6 以上 1.0 未満であることを特徴とする弾性波装置。

10. タンタル酸リチウムを主成分とする圧電体の基板と、その基板に形成された導体から成るすだれ状電極と、上記基板に形成された導体から成る反射器とを備えた弾性波装置において、

上記タンタル酸リチウムの結晶X軸のまわりに、結晶Y軸より 34° から 41° の範囲で回転させた面を上記基板の表面とし、

上記反射器の一部を構成する電極指の一部分の厚み h を弾性表面波の波長 λ で規格化した規格化電極厚 (h/λ) が、 0.01 以上 0.05 以下であり、

上記電極指の一部分の幅 w と配列周期 p により決定される上記電極指の一部分のデューティー比 (w/p) が、 0.6 以上 1.0 未満であることを特徴とする弾性波装置。

11. タンタル酸リチウムを主成分とする圧電体の基板と、その基板に形成された導体から成るすだれ状電極と、上記基板に形成された導体から成る反射器とを備えた弾性波装置において、

上記タンタル酸リチウムの結晶X軸のまわりに、結晶Y軸より 35° から 42° の範囲で回転させた面を上記基板の表面とし、

上記反射器の一部を構成する電極指の一部分の厚み h を弾性表面波の波長 λ で規格化した規格化電極厚 (h/λ) が、 0.05 以上 0.075 以下であり、

上記電極指の一部分の幅 w と配列周期 p により決定される上記電極指の一部分のデューティー比 (w/p) が、 0.6 以上 1.0 未満であることを特徴とする弾性波装置。

12. タンタル酸リチウムを主成分とする圧電体の基板と、その基板に形成された導体から成るすだれ状電極と、上記基板に形成された導体か

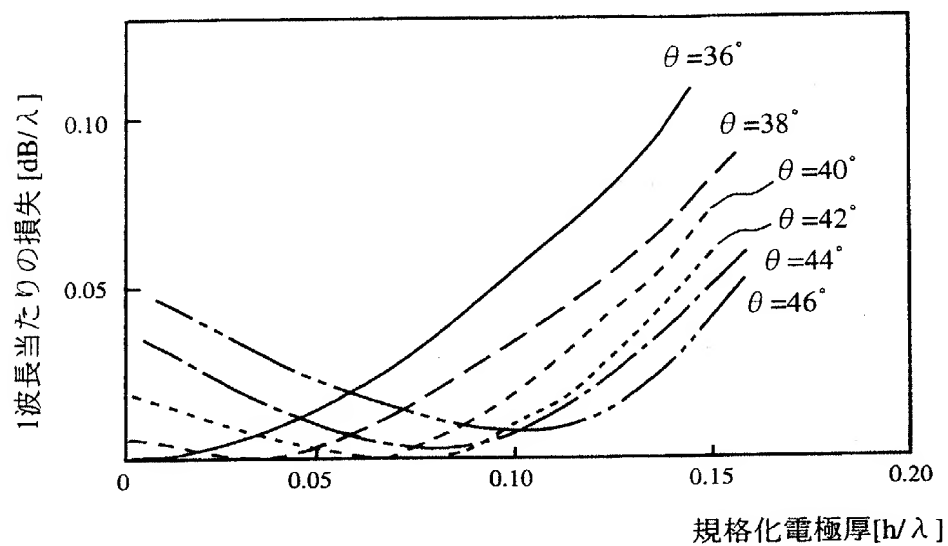
ら成る反射器とを備えた弾性波装置において、

上記タンタル酸リチウムの結晶X軸のまわりに、結晶Y軸より 36° から 43° の範囲で回転させた面を上記基板の表面とし、

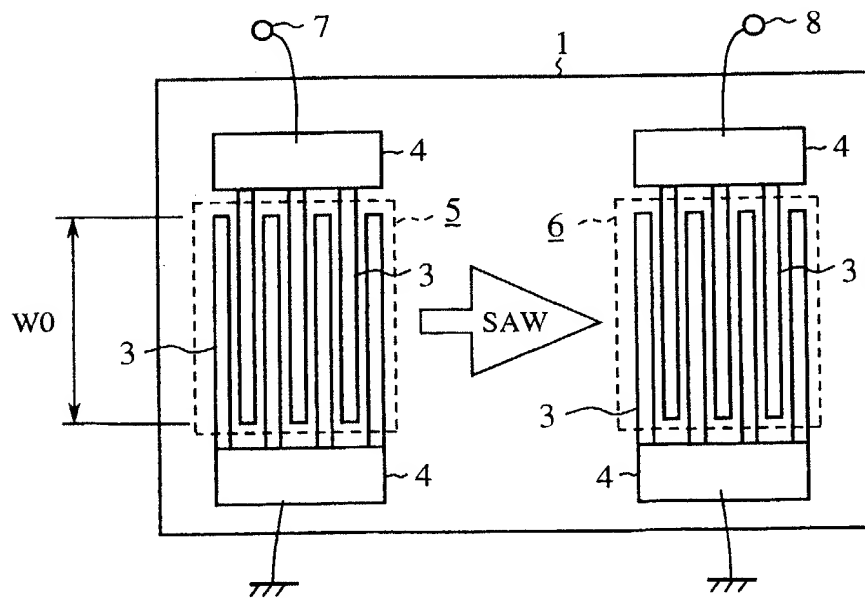
上記反射器の一部を構成する電極指の一部分の厚み h を弾性表面波の波長 λ で規格化した規格化電極厚 (h/λ) が、 0.075 以上 0.1 以下であり、

上記電極指の一部分の幅 w と配列周期 p により決定される上記電極指の一部分のデューティー比 (w/p) が、 0.6 以上 1.0 未満であることを特徴とする弾性波装置。

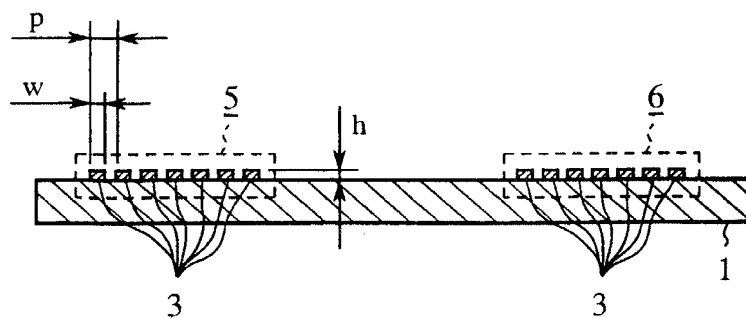
第1図



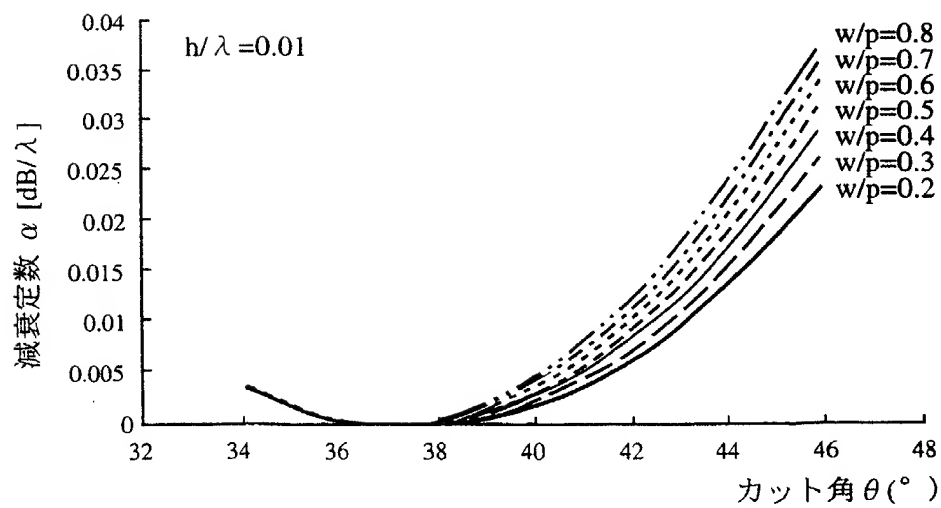
第2図

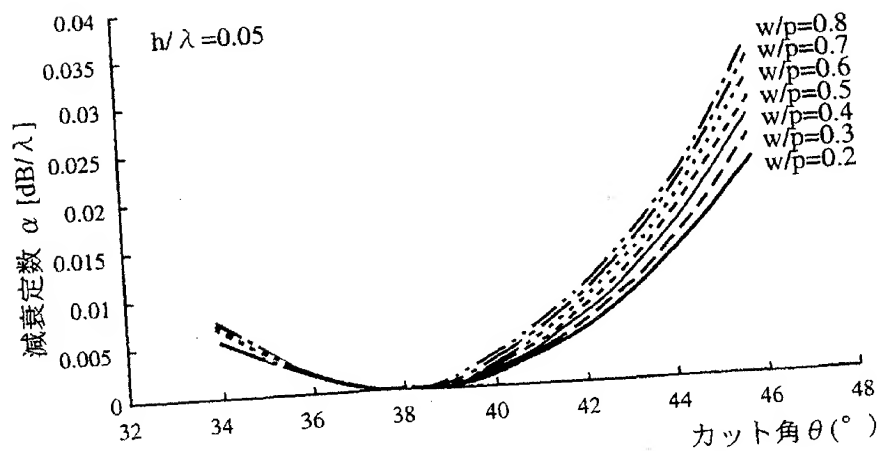
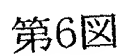


第3図

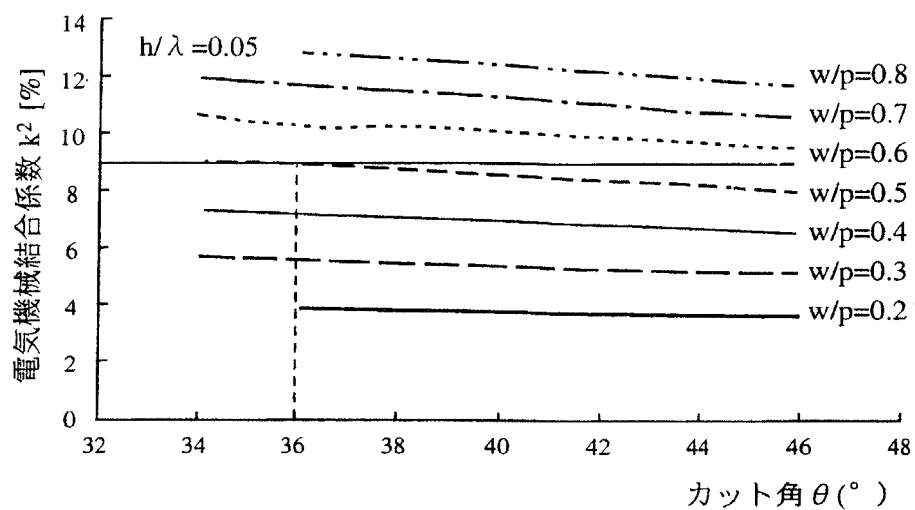


第4図

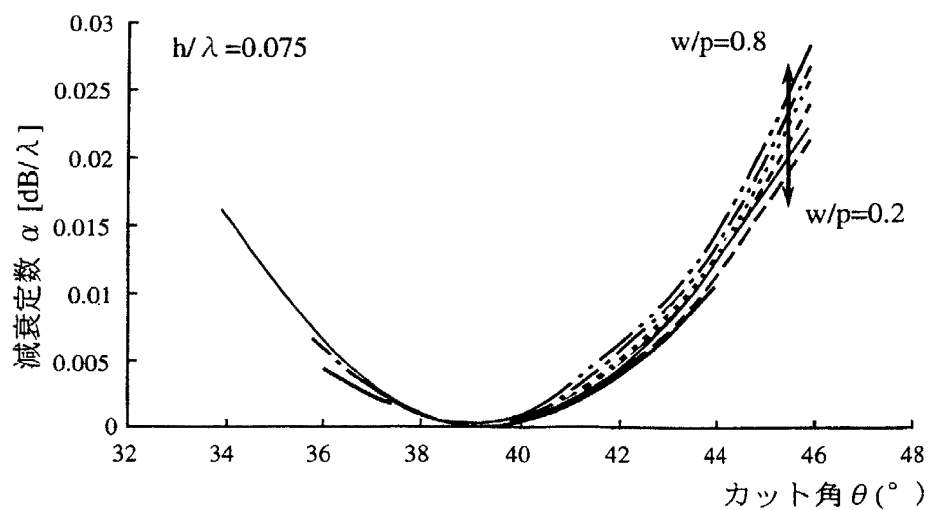




第7図

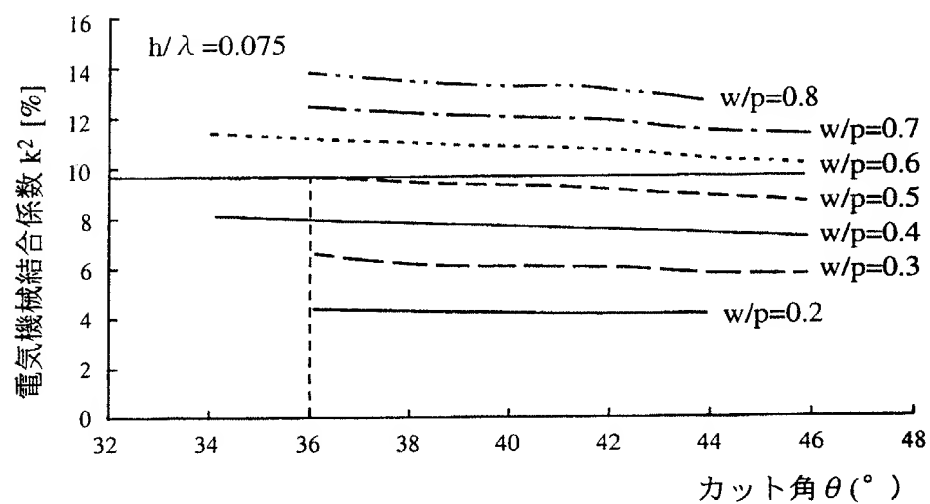


第8図

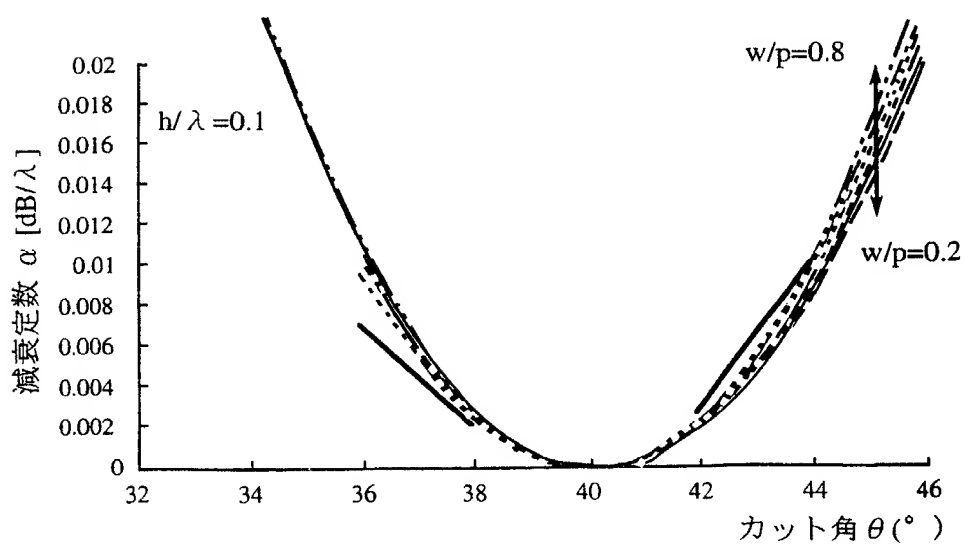


5/7

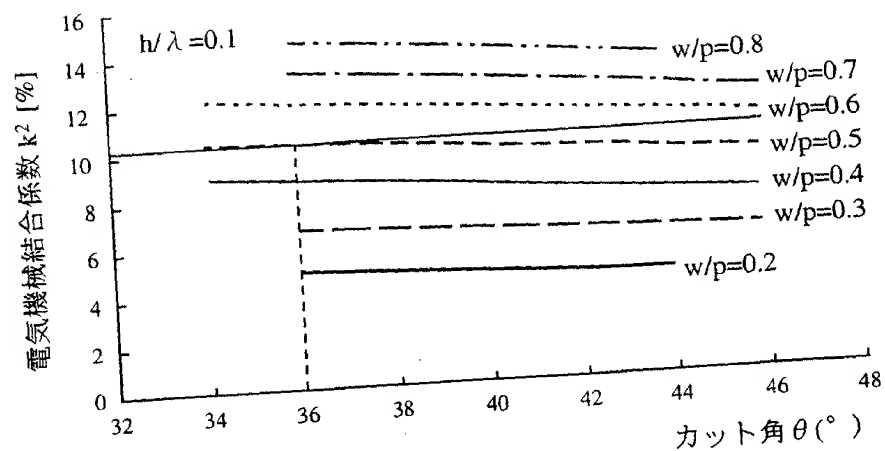
第9図



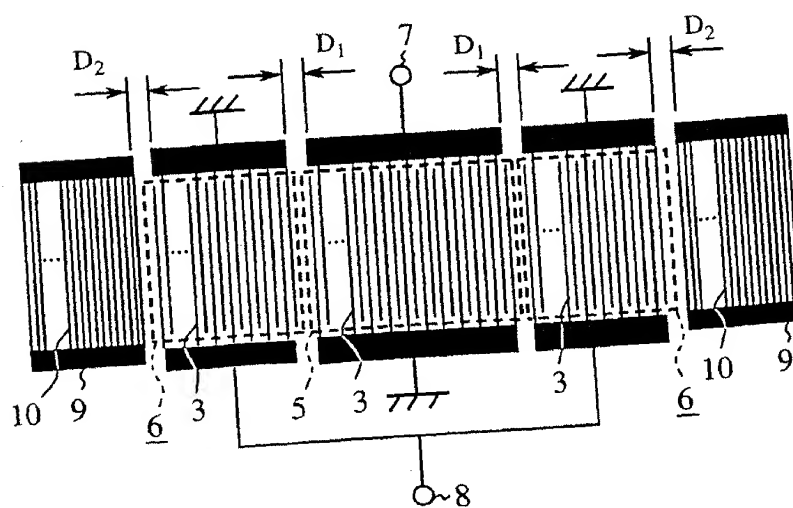
第10図



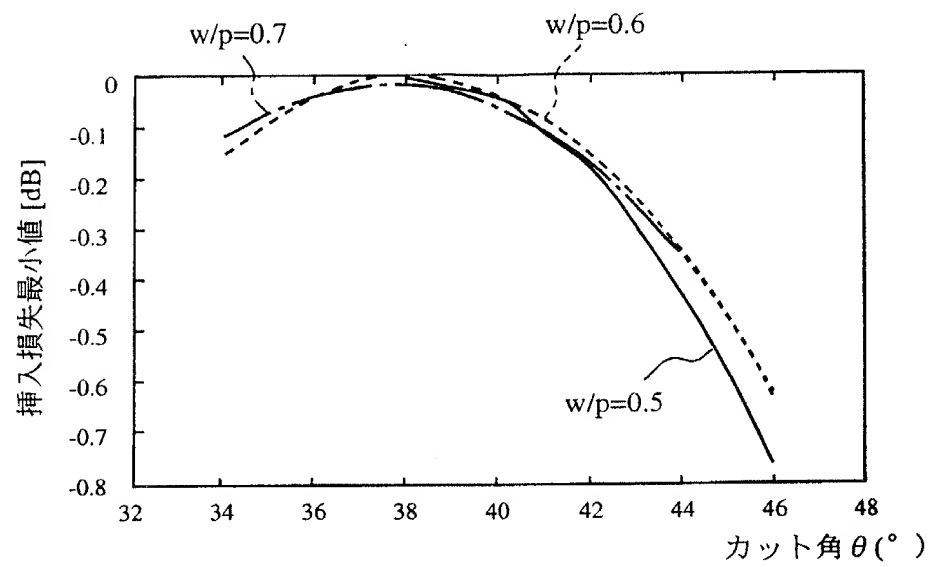
第11図



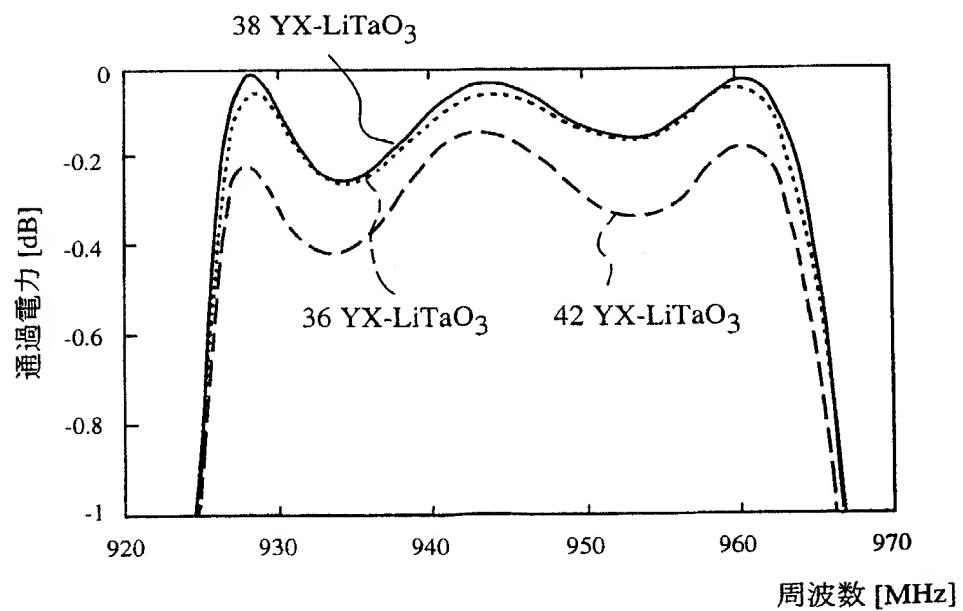
第12図



第13図



第14図



A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))		
Int. Cl ⁷ H03H9/145, H03H9/64		
B. 調査を行った分野		
調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))		
Int. Cl ⁷ H03H9/145, H03H9/64		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1926-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2000年 日本国登録実用新案公報 1994-2000年 日本国実用新案登録公報 1996-2000年		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP, 9-167936, A (富士通株式会社) 24. 6月. 1997 (24. 06. 97) 全文, 図1-5, 7-12, 14-21 & DE, 19641662, A & CA, 1159100, A	1-11
Y	JP, 5-251982, A (日本無線株式会社) 28. 9月. 1993 (28. 09. 93) 第【0008】-【0009】段落, 第【0018】段落, 図1-6 (ファミリーなし)	1-11
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリ 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 16. 01. 01	国際調査報告の発送日 23.01.01	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 青木 重徳 電話番号 03-3581-1101 内線 3574	5W 4229

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP, 7-283682, A (株式会社村田製作所) 27. 10月. 1995 (27. 10. 95) 第【0023】-【0024】段落, 第【0026】段落, 第【0029】段落, 第【0031】-【0035】段落, 図1-3, 5, 7 & GB, 2288503, A & DE, 19513937, A & US, 5731748, A	2-11
A	日本国実用新案登録出願2-407256号 (日本国実用新案登録 出願公開4-103723号) の願書に添付した明細書及び図面の 内容を記録したマイクロフィルム (山之内 和彦), 7. 9月. 1992 (07. 09. 92) 全文, 第1-2図 (ファミリーなし)	1-11

E P



P C T

国際調査報告

(法 8 条、法施行規則第40、41条)
[P C T 1 8 条、P C T 規則43、44]

出願人又は代理人 の書類記号 5 1 9 7 0 9 B	今後の手続きについては、国際調査報告の送付通知様式(P C T / I S A / 2 2 0) 及び下記 5 を参照すること。		
国際出願番号 P C T / J P 0 0 / 0 7 2 3 9	国際出願日 (日.月.年) 1 8 . 1 0 . 0 0	優先日 (日.月.年) 1 6 . 1 1 . 9 9	
出願人 (氏名又は名称) 三菱電機株式会社			

国際調査機関が作成したこの国際調査報告を法施行規則第41条 (P C T 1 8 条) の規定に従い出願人に送付する。
この写しは国際事務局にも送付される。

この国際調査報告は、全部で 3 ページである。

☐ この調査報告に引用された先行技術文献の写しも添付されている。

1. 国際調査報告の基礎

a. 言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願がされたものに基づき国際調査を行った。

☐ この国際調査機関に提出された国際出願の翻訳文に基づき国際調査を行った。

b. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際調査を行った。

☐ この国際出願に含まれる書面による配列表

☐ この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出された書面による配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった。

☐ 書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記載した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

2. ☐ 請求の範囲の一部の調査ができない (第 I 欄参照)。

3. ☐ 発明の単一性が欠如している (第 II 欄参照)。

4. 発明の名称は ☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 次に示すように国際調査機関が作成した。

5. 要約は ☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 第 III 欄に示されているように、法施行規則第47条 (P C T 規則38.2(b)) の規定により国際調査機関が作成した。出願人は、この国際調査報告の発送の日から 1 カ月以内にこの国際調査機関に意見を提出することができる。

6. 要約書とともに公表される図は、

第 4 図とする。 ☒ 出願人が示したとおりである。

☐ なし

☐ 出願人は図を示さなかった。

☐ 本図は発明の特徴を一層よく表している。

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H03H9/145, H03H9/64

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H03H9/145, H03H9/64

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1926-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2000年
日本国登録実用新案公報	1994-2000年
日本国実用新案登録公報	1996-2000年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	J P, 9-167936, A (富士通株式会社) 24. 6月. 1997 (24. 06. 97) 全文, 図1-5, 7-12, 14-21 & DE, 19641662, A & CA, 1159100, A	1-11
Y	J P, 5-251982, A (日本無線株式会社) 28. 9月. 1993 (28. 09. 93) 第【0008】-【0009】段落, 第【0018】段落, 図1-6 (ファミリーなし)	1-11

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

16. 01. 01

国際調査報告の発送日

23.01.01

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)
青木 重徳



5W 4229

電話番号 03-3581-1101 内線 3574

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP, 7-283682, A (株式会社村田製作所) 27. 10月. 1995 (27. 10. 95) 第【0023】-【0024】段落, 第【0026】段落, 第【0029】段落, 第【0031】-【0035】段落, 図1-3, 5, 7 & GB, 2288503, A & DE, 19513937, A & US, 5731748, A	2-11
A	日本国実用新案登録出願2-407256号 (日本国実用新案登録 出願公開4-103723号) の願書に添付した明細書及び図面の 内容を記録したマイクロフィルム (山之内 和彦), 7. 9月. 1992 (07. 09. 92) 全文, 第1-2図 (ファミリーなし)	1-11